

从《科学与工程指标》看世界科技创新格局

陈 钰¹, 徐英华²

(1. 中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038;

2. 天津大学管理与经济学部, 天津 300072)

摘 要: 本文通过梳理美国《科学与工程指标 2018》报告研究结论, 分析了世界主要国家在人才培育、研发投入、科研产出及知识密集型产业发展等方面的发展状况。结果发现, 美国、欧洲的科技创新实力和影响力仍具显著优势, 以中国、日本、韩国和印度为代表的亚洲国家科技创新地位迅速上升, 科技创新的国际合作特点更加明显, 世界创新格局逐步向多极化方向转变。中国科技创新投入产出规模稳居世界前列, 但在发展质量和影响力、国际合作方面有待进一步提升。

关键词: 科学与工程指标; 科技创新; 科技指标; 世界格局

中图分类号: G321 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2018.01.008

《科学与工程指标》(Science & Engineering Indicators, SEI) 是美国国家科学基金会(NSF) 受美国国会委托组织撰写的综合分析报告, 自1973年以来每2年发布一版, 在深入分析美国科技创新特征的同时, 阐述了全球主要国家创新发展状况, 相关结果是了解世界科技创新格局的重要参考。2018年1月, 美国国家科学基金会发布了美国《科学与工程指标 2018》报告, 全面展示了当前世界主要国家科技创新发展状况, 比较分析了各国近10年来科技创新指标的变化趋势^[1]。系统梳理报告分析结果对于客观了解我国创新能力在国际上的位置、总结我国科技创新发展成就与不足有重要意义。

1 亚洲科技人才资源丰富, 美欧仍是世界人才吸引高地

科技创新人才的培养与就业是国家创新能力的根本。在人才培养方面, 2014年, 全世界大约有750万科学与工程专业本科毕业生, 其中,

印度和中国两个人口大国毕业生数分别占世界的25%、22%, 欧盟约占12%, 美国占10%。2004年以来, 中国自然科学专业(包括物理学、生物学、数学和统计学)本科毕业生人数超过美国成为全球第一^[2]。由此可见, 在人才培养规模上, 中印等人口大国已经远远超越欧美。

从科学与工程领域博士生培养和留学生招收情况看, 美国和欧洲仍是世界顶级科技人才高地。2014年, 全世界获得科学与工程博士学位的人数约为23.3万人, 其中, 美国授予博士学位人数为4万人, 欧盟国家共7.3万人, 美欧共占世界新增科学与工程博士学位人数的48.5%。中国和印度授予科学与工程博士学位人数分别占世界的14.6%和5.6%, 如图1所示。

美国和欧洲每年吸引全世界优秀人才前往留学深造。美国接收国外留学生比例虽然有所下降(从2000年的25%下降到2014年的19%), 但仍是世界最大的留学目的地。英国其次, 占比10%, 澳大利亚、法国和德国占比都在5%左右^[3],

第一作者简介: 陈钰(1983—), 男, 副研究员, 主要研究方向为创新评价、区域创新、科技指标。

项目来源: 四川省软科学研究项目“强化R&D投入支撑创新性四川建设的策略研究”(217019); 科技部科技创新战略研究专项“世界科技强国的内涵及指标体系研究”(117015)。

收稿日期: 2018-01-24

如图 2 所示。上述 5 个国家接收留学生人数合计占全世界的 1/2。

在人才就业方面，经济合作与发展组织（OECD）国家 R&D 研究人员从 310 万人年增加至 2015 年的 480 万人年，估算全世界 R&D 研究人员大约为 710 万人年^[4]。美国 2000 年至 2015 年 R&D 研究人员大约增长 40%，欧盟国家大约增长 65%，日本下降约 2%。2015 年，美国 30% 左右的科学与工程岗位工作人员出生于国外，大幅高于人口总体比例。国外出生人员受教育程度更高，在美国本科、硕士、博士学历工作人员中，国外出生人数占比分别为 21%、40% 和 45% 左右。

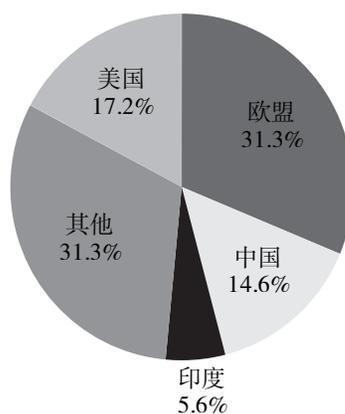


图 1 主要国家和地区获得科学与工程博士学位人数占世界总量比重（2014 年）

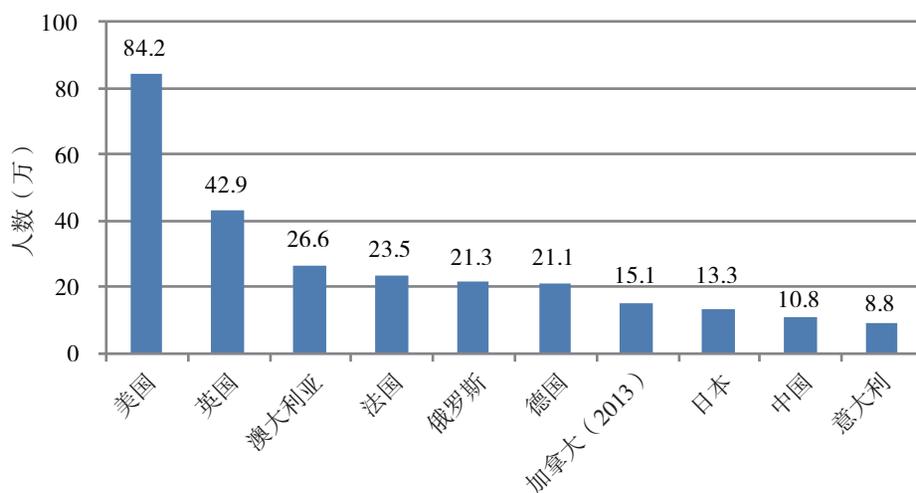


图 2 前 10 名国家的外国留学生数量（2014 年）

2 美欧研发经费占世界份额显著下降，亚洲份额大幅上升

在分析世界各国研发经费投入情况时，报告采用了购买力平价美元数据。结果显示，2015 年，全球研发经费支出约计 1.92 万亿美元，比 2010 年增长近 5 000 亿美元。美国依旧是研发投入最大的国家，2015 年研发经费投入支出 4 951 亿美元，占全球份额的 26%。中国约 4 090 亿美元，占全球的 21%；日本 1 700 亿美元，占全球的 9%；德国 1 150 亿美元，占全球的 6%；韩国、法国、印度、英国等国家或经济体 R&D 经费份额都在 3% 左右。巴西、俄罗斯、意大利、加拿大、澳大利亚和西班牙，以及中国台湾地区占世界份额均在 1%~2% 之

间。这 15 个国家或地区的研发经费投入占世界份额共计 85%。

由于购买力平价指数大幅高估发展中国家指标数据，不能反映国际间发展质量差异，各国在国际比较分析中仍多采用汇率换算指标数据。根据各国货币对美元汇率测算，2015 年，全球研发经费支出约计 1.45 万亿美元，其中，美国占全球的 34.6%，中国占 15.6%，日本和德国分别为 9.9%、6.7%；韩国、法国和英国占比在 3%~4%，其他国家份额在 3% 以下。排名前 15 位的国家共计占全球总量的 90%。

21 世纪以来，东亚的中国、日本、韩国，以及南亚的印度 R&D 经费的快速增长，使得亚洲（主

要为东亚和南亚)成为与北美、欧洲规模相当的研发活动地区。以购买力平价美元计算,2000年至2015年,全球R&D经费大约增长2.5倍,其中,中国增加的R&D经费贡献最大,约占31%。美国贡献19%,欧盟17%,日本和韩国分别贡献6%、5%,印度贡献3%。由此造成美国R&D经费占世界份额从37%下降至26%,欧盟从25%降至20%,中国大陆、日本、韩国、印度和中国台湾地区所占份额从20%上升至40%。以各国对美元汇率算,2000年至2015年,美国R&D经费占世界份额从41.5%下降至34.6%,欧洲创新大国德、法、英三国份额从15.7%降至13.7%,中国、日本、韩

国和印度所占份额从26%上升至30.7%。

3 中美欧发表论文数约占世界总量的 2/3, 金砖国家快速增长

根据爱思维尔 Scopus 数据检索结果,2016年,全球科学与工程论文总计发表229.6万篇,其中,发达国家发表约140万篇,发展中国家90万篇。世界前5名论文发表大国是中国、美国、印度、德国和英国。从份额看,以英、法、德为主的欧盟论文数量占全世界的26.7%,中国占18.6%,美国占17.8%,中美欧合计发表论文数占全世界总量的2/3左右,如图3所示。

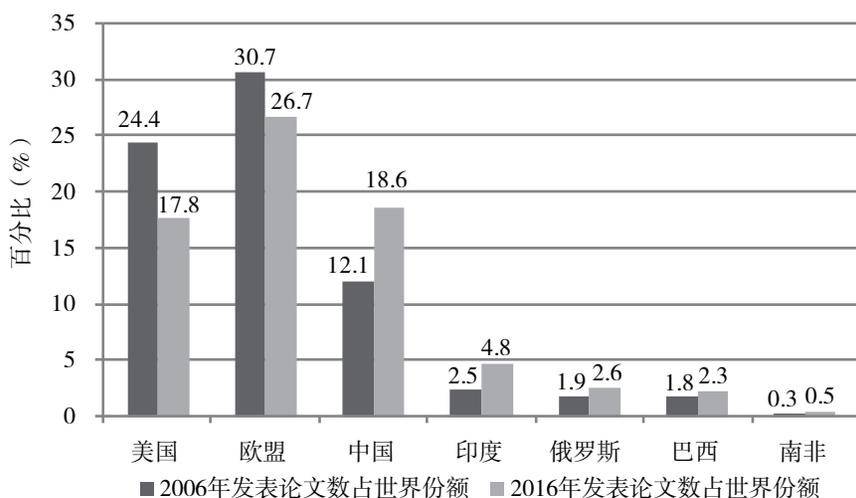


图3 美国、欧盟及金砖国家发表论文数占世界份额(2006年、2016年)

在学科分布上,美国接近50%的论文集中在生物、医学、生命科学(占全世界比例约为38%),美国心理和社会科学论文比例也相对较高。欧盟生物、医学、生命科学论文比例占40.7%,物理、化学、工程论文占比较高。中国的工程论文占28.9%,生物医学论文占27.3%。印度工程论文占24.2%,计算机科学论文(14.1%)占比最高。

2006—2016年间,世界科学论文增速平均为3.9%,其中发展中国家论文数平均增长8.9%,远高于发达国家的1.7%。由此导致美国、欧盟发表论文占世界份额分别下降了6.6%和4%。发展中国家中,金砖国家份额从18.6%增加至28.8%,其中,中国跃升至世界第1位(中国SCI论文排名世界第2位),发表论文数占世界份额从12.1%

升至18.6%,印度从2.5%增至4.8%,俄罗斯、巴西、南非论文数占世界份额也分别增加至2.6%、2.3%、0.5%。

4 美欧是世界高水平研究中心,全球学术活动的国际合作比例不断提升

高被引论文数量反映了一个国家(地区)在前沿领域的学术研究水平和实力。总体而言,美国、欧盟国家高水平学术研究仍有较大的优势,2014年,美国1.9%的论文成为世界被引次数排名前1%的高被引论文,欧盟有1.28%的论文成为高被引论文,比2004年有所提升。中国进步迅速,2014年被引次数排名前1%的高被引论文占比也超过了1%,比2004年提高了1倍,已远高于日本^[5]。

论文的国际合著和国际引用情况体现了国际科研网络特征,可反映科研的国际影响力。2016年,全球共发布国际合作论文49.85万篇,其中,美国发表国际合著论文最多,达19.24万篇,接近世界总数的40%,如图4所示。在各国的国际合作论文中,美国均是第一合作国家,中国、韩国和加拿

大发表的国际合著论文中,与美国合作的论文占比达到了45%左右,欧盟国家也达到30%左右。大部分国家科学论文被国际引用的比例呈上升趋势。2004—2014年,美国论文被引次数中被国际引用的次数所占比例从47%上升至55.7%,欧盟整体的国际引用占比从43.7%增加至48.1%。但是中国



图4 主要国家发表国际合著论文数量及占全球国际合作论文比例（2016年）

的国际引用占比从42.2%下降至37.7%，主要原因是中国发表论文总量飞速增长。

5 知识技术密集型产业占全球经济的比重进一步增加，中国产业升级成效显著

相比往年报告,《科学与工程指标2018》对知识技术密集型产业范围进行了扩展,增加了中高技术产业。知识技术密集型产业变化为包括知识密集型服务业、高技术产业和中高技术产业3部分。2016年,知识密集型服务业占世界GDP的比重达到15%,高技术制造业约占世界GDP的2%,中高技术产业占GDP的4%。知识技术密集型产业已成为世界主要经济体的重要产业。美国知识技术密集型产业占其GDP比重达到38%,日本、欧盟分别为36%、32%。中国发展迅速,知识技术密集型产业占GDP比重已达到35%,远远高于其他发展中国家,如表1所示。

从知识技术密集型产业的三大行业看,知识密集型服务业方面,美国占全球的31%,欧盟国家占21%,中国排名第3,为17%。高技术制造业方面,

美国占全球的31%,中国占24%,过去10年间份额增加了1倍。中高技术产业方面,中国占据了绝对主导地位,占全球总量的32%,是10年前的3倍。

知识技术密集型产业进出口贸易方面,中国知识密集型服务业出口增加值占世界总额的16.7%,比2010年提高了1倍,高技术产品出口额占世界份额保持在24%左右,中高技术产品出口额占世界的20%,比2010年提高5.7个百分点。欧盟是世界上最大的中高技术产品出口地区(占全球份额的25%),高技术产品出口占世界总额的17%,排名第2位。美国是高技术产品第3大出口国(占全球份额的12%),中高技术产品出口额排世界第4位。

6 美国仍是世界创新高地,中印发展势头迅猛

专利是反映市场创新成果的重要指标。2016年,美国专利和商标局授权专利共30.4万件,其中授予国内、国外专利数量约各占1/2。从专利申请申请人国别属性看,美国国内发明专利约占美国授权专利的47%,其次为来自日本和欧盟的发明专利授权数,分别占美国授权专利的16%、15%,来自

表 1 知识密集型产业占各国（地区）GDP 比重（2016 年，单位：%）

国家（地区）	商业知识密集型服务业占 GDP 比重	公共知识密集型服务业占 GDP 比重	中技术产业占 GDP 比重	高技术产业占 GDP 比重	知识密集型产业占 GDP 比重
美国	19.67	12.63	3.33	2.67	38.30
英国	20.68	11.82	1.91	1.86	36.27
日本	15.22	12.36	6.45	2.06	36.09
德国	14.03	10.34	8.72	2.13	35.21
中国	16.82	5.96	9.12	3.31	35.21
韩国	12.03	9.95	7.76	4.87	34.61
欧盟	15.32	11.18	4.15	1.64	32.29
法国	15.31	13.29	1.83	0.89	31.32
巴西	13.70	10.66	3.29	0.74	28.39
墨西哥	8.36	6.63	5.78	1.52	22.28

韩国、中国和印度的发明专利授权数快速增长，分别占到了美国授权专利的 6%、4% 和 1%^[6]。

风险投资反映了社会对新技术商业化的支持力度，可充分体现一个国家或地区的创新热度。2016 年，全球风险投资总体规模约为 1 305 亿美元，其中，美国吸引的风险投资超过全球总量的一半，达到 685 亿美元。欧盟国家吸引风险投资 110 亿美元，占世

界总量的 9%，其中，超过 7 成的投资集中在英国、德国、法国 3 个国家。亚洲国家对风险投资的吸引力不断增强。中国吸引风险投资从 2013 年的约 30 亿美元跃升至 2016 年的 340 亿美元，占世界份额从 5% 上升至 27%，排名世界第 2 位。印度吸引风险投资 35 亿美元，比 2013 年翻了 1 番。以色列吸引风险投资 24 亿美元，是 2013 年的 3 倍，如图 5 所示。

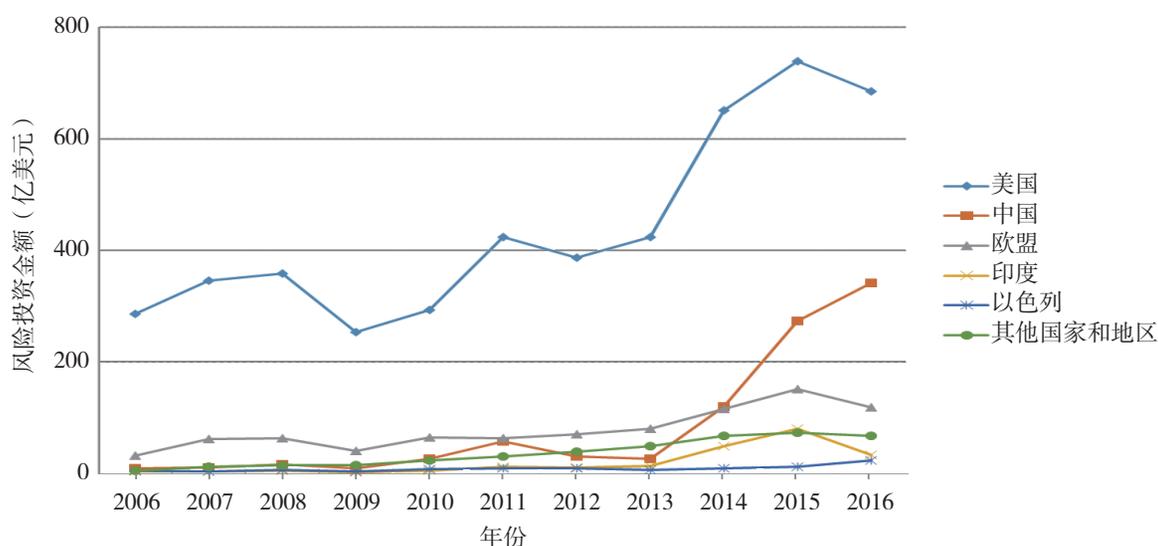


图 5 2006—2016 年各国（地区）风险投资金额

7 结论与启示

(1) 世界科技创新格局逐步走向多极化。美

国在全球创新发展中的相对地位下降，但仍是世界科技创新核心。以德国、法国、英国为首的欧洲科技创新影响力举足轻重。亚洲地位显著提升，不仅

有已进入创新强国行列的日本、韩国和以色列，也有中国这样迅速崛起的创新大国，还有以印度为代表的快速追赶的新兴国家。未来世界创新格局将越来越呈现多中心的特点。

(2) 中国科技创新必须加速向高质量发展阶段转变，发挥创新作为发展第一动力的作用。中国投入产出各项规模指标进入世界前列，研发经费投入规模与美国差距不断缩小，科学论文和知识技术密集型产业快速跃升，对风险投资吸引力大幅提升。但是中国科技创新在质量和影响力上还有一定的差距，中国研发投入强度 2014 年刚刚超过 2%，投入积累不足^[7]。国际引用占比 37.7%，学术影响力要进一步加强，国际市场技术竞争力仍不足。

(3) 未来中国必须围绕高质量发展构建科技创新政策体系。中国已处于从规模和速度向质量提升的关键阶段。要更加注重人才培养和人才吸引，落实以人为本，尊重创新创造的价值，激发各类人才的积极性和创造性。面向科技强国建设目标，加强原始创新，力争在更多领域引领世界科学研究方向^[8]。加强国际合作水平，坚持以全球视野谋划和推动创新，最大限度地用好全球创新资源，全面提

升中国在全球创新格局中的位势。■

参考文献：

- [1] National Science Board. Science and Engineering Indicators 2018[R]. Arlington, 2018.
- [2] National Science Board. Science and Engineering Indicators 2016[R]. Arlington, 2016.
- [3] UNESCO, Institute for Statistics Database. Special Tabulation[R]. Paris, 2016.
- [4] OECD. Main Science and Technology Indicators[R]. Paris, 2017.
- [5] 朱方雨. 美媒称中国向科技超级大国惊人转型：学术论文数量超美居榜首 [EB/OL]. [2018-01-23]. <http://www.cankaoxiaoxi.com/china/20180123/2252932.shtml>.
- [6] Arora A, Cohen W, Walsh J. The acquisition and commercialization of invention in American manufacturing: incidence and impact[J]. Research Policy, 2016(45): 1 113-1 128.
- [7] 陈钰, 玄兆辉. 从《科学与工程指标》看中美科技创新实力 [J]. 全球科技经济瞭望, 2016 (5) : 5-10.
- [8] 中共中央, 国务院. 国家创新驱动发展战略纲要 [R]. 北京, 2016.

A Study of World S&T Innovation Development Based on SEI Report

CHEN Yu¹, XU Ying-hua²

(1. Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038;

2. Department of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072)

Abstract: By analyzing the “Science and Engineering Indicators 2018” report, this paper comprehensively summarizes the world major countries’ S&T innovation development in terms of personnel training, R&D expenditure, S&T research papers and knowledge-intensive industries. The results show that the strength and influence of S&T innovation in the United States and Europe still have significant advantages. The status of S&T innovation in Asia, represented by China, Japan, South Korea and India, has rapidly risen. The features of international S&T innovation cooperation have become more obvious. The pattern of world innovation gradually shifts towards multi-polarization. The scale of input and output of China’s S&T innovation ranked in the world forefront, but it needs to be further improved in terms of developing quality and influence, as well as the strengthening of the international cooperation.

Key words: science and engineering indicators; S&T innovation; science and technology indicators; world pattern